

2023 年度  
創発的研究支援事業 年次報告書

研究担当者	丸山善宏
研究機関名	株式会社国際電気通信基礎技術研究所
所属部署名	佐藤匠徳特別研究所
役職名	研究員
研究課題名	記号的 AI と統計的 AI の圏論的統合による次世代 AI パラダイム創出
研究実施期間	2023 年 4 月 1 日～2024 年 3 月 31 日

### 研究成果の概要

人工知能には記号的 AI と統計的 AI という二つのパラダイムがある。記号的 AI はトップダウンの原理原則に基づく演繹的推論を得意とし、統計的 AI はボトムアップの経験的データに基づく帰納的推論を得意とする。近年の大規模言語モデルは後者に基づくものであるが、機械的なプログラミングのような表面的な数理技術に対しては上手く適用できるものの、数学のような厳密な推論・証明を要するタスクに対しては上手く機能しない。これは純粋な統計的 AI の不完全性を示すものであり、統計的 AI が数学や理論物理学における原理原則に基づくトップダウンの推論を十全に実行するためには、記号的 AI の助けが必要であると考えられる。本プロジェクトは特に記号的 AI と統計的 AI の圏論的融合を目指したものである。本年度の研究では、それを実現する一形態として、圏論的ディープラーニングとそれに基づく汎用人工知能（タスク特化型の人工知能を超える所謂 AGI）についての研究を進め、その研究成果を複数の論文として纏めその全てが出版・出版受理された。さらに、記号的な論理推論システムにファジィな統計的曖昧性を取り込むための研究を実施し、その研究成果を論文として纏め出版した。また、これらの研究の基盤となる圏論的基礎理論に関する研究を進め、その研究成果の一部を複数の論文として纏め出版した。本プロジェクトは理論的な研究を中心とするが、理論の具体的適用例を与える応用的研究も同時に実施した。人工知能・機械学習において標準的なデータセットを用いた具体的な検証実験を複数実施し、圏論的人工知能・圏論的機械学習の知見を用いることでパフォーマンスの改善が見られることを定量的評価に基づき示した。またその成果を複数の論文として纏め出版した。全体として、開始初年度から予想を超える豊かな研究成果が得られており、非常に順調に研究が進展していると考えられる。